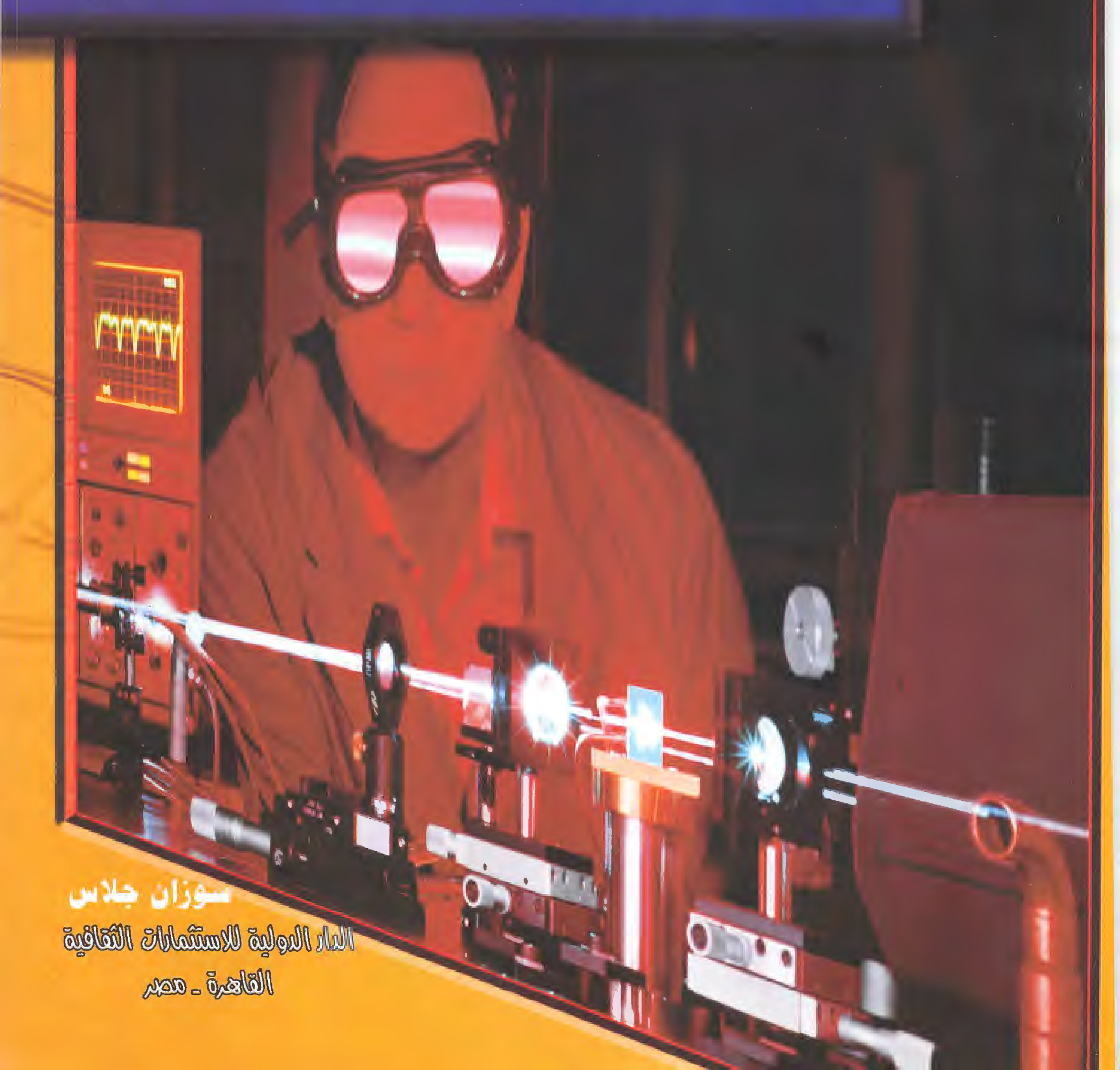
كيف تكون عالمًا ؟

استخدم التحليل

حدد خطوات البحث العلمي

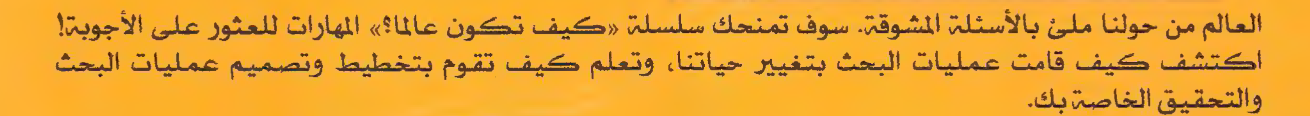


سوزان جلاس

الدار الدولية للاستثمارات الثقافية
القاهرة - مصر

حدد خطوات البحث العلمي

- **كيف قام الدكتور «والتر ريد» بحل لغز الحمى الصفراء؟**
- **هل تسقط الكرات ذات الأحجام المختلفة بنفس السرعة؟**
- **هل تسلم عليك قطتك بيدها اليمنى أم اليسرى؟**



العالم من حولنا ملئ بالأسئلة المشوقة. سوف تمنحك سلسلة «كيف تكون عالما؟» المهارات للعثور على الأجوبة! اكتشف كيف قامت عمليات البحث بتغيير حياتنا، وتعلم كيف تقوم بتخطيط وتصميم عمليات البحث والتحقيق الخاصة بك.

يتضمن كل كتاب فى السلسلة على التالى:

مساعدات بسيطة حول الاختبارات المحددة لتجربتها.
أفكار واقتراحات لوضع خطة عمليات البحث.
أمثلة عن كيف يمكن تطبيق البحث العلمى على الحياة اليومية.

عناوين فى السلسلة:

- استخدم التحليل!: حدد خطوات البحث العلمى.
- برهن على ذلك!: البحث العلمى فى الحياة.
- انتبه!: الأدوات العلمية.

نبذة عن المؤلف:

«سوزان جلاس» مدرسة للمرحلة الابتدائية، وكانت سابقا مدرسة الموارد العلمية ومنسقة معرض العلوم. إنها تحب القيام بالأبحاث المشتركة وقامت بتدوين العديد من الكتب العلمية الأخرى للقراء اليافعين.

نبذة عن المستشار:

«برونوين هوويلز» مستشارة للتعليم لما يزيد على 25 عاما من الخبرة فى التعليم الابتدائي. قامت باستنباط مجموعة من المشاريع والمنشورات التعليمية، وتعمل مع مؤسسات تدريب المدارس والمدرسين لتحسين التعليم العلمى.


ISBN 978-977-282-425-8

هاينمان – رينترى
www.heinemann.co.uk/library



International House for Cultural Investments Cairo, Egypt

كيف تكون عالمًا ؟

استخدم التحليل !

حدد خطوات البحث العلمى

تحرير

سوزان جلاس

ترجمة

د. مجدى محمود المليجى



How to be a Scientist: Analyse This !
Susan Glass
Under license from Capstone Global Library Limited.

كيف تكون عالمًا ؟ : استخدم التحليل !
سوزان جلاس

بموجب ترخيص من مكتبة كابستون العالمية المحدودة.

ترجمة : د. مجدي محمود المليجي

مراجعة : رباب زين الدين

رقم الإيداع: 2011/5285
ISBN : 978 - 977 - 282 - 425-8

الطبعة الأولى 2011

الدار الدولية للاستثمارات الثقافية ش.م.م
122 **عثمان بن عفان - الكلية الحربية - مصر الجديدة - القاهرة - مصر**
ص.ب: 5599 **هليوبوليس غرب/ القاهرة - مصر**
تليفون: (00202) 26391112 - 26391113 **فاكس:** (00202) 26372122
بريد إلكتروني: info@ihciegypt.com
الموقع الإلكتروني: www.ihciegypt.com

International House for Cultural Investment S.A.E
122 Osman Ebn Affan st., AlKolia AlHarbia - Masr Al-Gedida
P.O.Box: 5599 Heliopolis West, Cairo, Egypt
E-mail: info@ihciegypt.com
Website: www.ihciegypt.com

المحتويات Contents

الحمى الصفراء	4
البحث العلمي	8
موجز تاريخ العلوم	12
علماء آخرون وطرق أخرى	22
العلوم الحديثة	26
تجارب اختبار الأشياء	30
التقدم إلى الأمام	42
استخدام الرسوم البيانية فى حل المسائل العلمية	44
الخط الزمنى للاكتشافات	45
قائمة المصطلحات	46
أهم المراجع	47
المحتويات	48

تظهر بعض الكلمات بخط ثقيل «**مثل هذا**» وتستطيع معرفة معناها بالرجوع إلى قائمة المصطلحات.

الحمى الصفراء Yellow fever

خلال الحرب الإسبانية – الأمريكية فى كوبا عام 1898 قتلت الحمى الصفراء الآلاف من الجنود الأمريكيين. وقام الجيش الأمريكى باستدعاء الطبيب والعالم «والتر ريد» وفريقه لوضع حد لهذا المرض الفظيع.

أُطلق على هذا المرض اسم الحمى الصفراء لأن ضحاياه كانوا يتحولون إلى اللون الأصفر قبل وفاتهم. واعتقد الكثير من الأطباء والعلماء أن الحمى الصفراء تنتشر عن طريق ملامسة ملابس أو فراش شخص مريض، لكن لم يتأكد أحد من ذلك.

و اعتقد عالم يدعى «كارلوس فينلى» أن البعوض مسئول عن انتشار المرض. كما اعتقد أن البعوض بعد لدغه لشخص مريض يستطيع نشر المرض عن طريق لدغ أشخاص آخرين و هكذا.

عملية البحث: The investigation

بدأ «والتر ريد» عملية البحث بالسؤال: «كيف تنتشر الحمى الصفراء؟» وكانت الإجابتين المحتملتين هما البعوض أو ملامسة ملابس أو فراش شخص مريض. وقام مع فريقه بإجراء اثنتين من **التجارب** لاختبار هاتين الإجابتين.



هنا تتم العناية بمرضى الحمى الصفراء فى مستشفى جيش الولايات المتحدة أثناء الحرب الإسبانية – الأمريكية فى 1898.



يستطيع البعوض نقل المرض عندما يلدغ شخصًا سليمًا بعد قيامه بلدغ شخص مريض.

أمر «ريد» ببناء منزلين صغيرين لا يستطيع البعوض الدخول فيهما وقام. بوضع فراش وملابس قذرة خاصة بضحايا الحمى الصفراء فى أحد المنازل. وقضى ثلاثة متطوعين شجعان 20 يومًا هناك، يرتدون الملابس وينامون على الفراش. ولم يمرض منهم أحد.

ومن هنا علم «ريد» وفريقه أن الفراش الملوث لم يكن هو سبب المرض. وقاموا عندها بالالتفات إلى البعوض. فسمحوا للبعوض بلدغ مرضى موجودين فى المستشفى. ثم قام نفس البعوض بلدغ متطوعين أصحاء كانوا يقيمون فى المنزل الآخر. وأصيب بعض المتطوعين بالحمى الصفراء، بل وتوفي أحد الأطباء بسبب المرض.

العلم ينقذ حياة البشر: Science saves lives

أثبتت التجارب أن الحمى الصفراء تنتشر عن طريق لدغات البعوض. وقام جيش الولايات المتحدة بحملة للقضاء على البعوض. وأدى قتل البعوض إلى منع انتشار المرض. وانتصر البحث العلمي وفريق «ريد» فى النهاية.

هل تعلم؟
DID YOU KNOW?

أن الأطباء التابعون لفريق «والتر ريد» قاموا بإجراء تجارب على الناس حيث لم يعلم أحد عن إصابة أى حيوان بالمرض. وقد تطوع البعض من فريق «ريد» لكى يتم لدغه، وكان معظم المتطوعين من الجنود، وقد أدت شجاعتهم إلى إنقاذ آلاف الأرواح.

طرح الأسئلة والتنبؤ: Ask questions and predict

يقوم العلماء بطرح أسئلة ويعثرون على الإجابات بطريقة دقيقة منظمة. لم يقم «ريد» بمجرد التجربة لأفكار مختلفة حتى تثبت صلاحية إحداها فحسب، ولكن كان لديه خطة. وقد حدد أولًا السؤال الذى كان يحاول إجابته: «كيف تنتشر الحمى الصفراء؟». وقام باستيعاب كل شيء ممكن حول المرض.

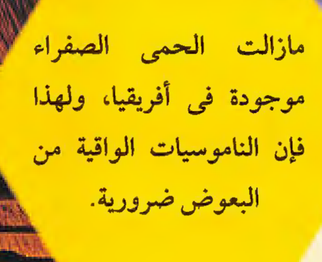
وبعد ذلك، تنبأ «ريد» بالإجابات الممكنة المختلفة للمشكلة. تسمى تلك التنبؤات «**افتراضات**». وكان لدى «ريد» افتراضين عن انتشار الحمى الصفراء.

وضع خطة لعملية البحث:

Plan an investigation

كان أعضاء فريق «ريد» محتاجين لاختبار افتراضاتهم فقاموا بتصميم تجربة لإثبات إذا ما كان الناس يصابون بالحمى الصفراء عن طريق البطاطين والملابس الملوثة. وقاموا بالتخطيط لتجربة أخرى لتبين إذا كان الناس يصابون بالمرض عن طريق البعوض. وقاموا ببناء منزلين بشكل خاص لإجراء تجاربهم فيهما على متطوعين.

أنقذ الدكتور «ريد» العديد من الأرواح عن طريق الاختبار بدقة لتنبؤاته إلى أن عثر على الإجابة الصحيحة.



الحصول والتسجيل، وتقديم الأدلة:

Obtain, record, and present evidence

بالنسبة للتجربة الأولى، تم إبعاد البعوض عن المنزل. وبهذه الطريقة، إذا أصيب المتطوعون الموجودون بالمنزل بالمرض، كان «ريد» سيعلم أن الفراش والملابس، هما السبب فى ذلك وليس البعوض.

كانت التجربة الثانية تحت ضوابط أيضًا. فلم يسمح إلا للبعوض الذى لدغ أشخاصًا مرضى بالدخول. وتمت المحافظة على كل شىء نظيفًا جدًا. ويطلق على تلك النوعيات من التجارب اسم «**تجارب محددة**». وقد قام فريق «ريد» بتسجيل التفاصيل والاحتفاظ بسجلات دقيقة.

تحليل الأدلة واستخلاص النتائج: Analyse the evidence and draw conclusions

عندما بينت النتائج أن البعوض ينشر الحمى الصفراء، تم القيام بالمزيد من الاختبارات على متطوعين آخرين للتأكد.

تقييم (تقويم) عملية البحث: Evaluate the investigation

توصل «ريد» إلى إثبات أن البعوض يحمل الحمى الصفراء. ولكن من أين أتى المرض؟ كانت هناك حاجة للمزيد من الاختبارات. وتمت المعرفة فيما بعد أن **فيروسًا** يتسبب بالفعل فى المرض. ويقوم البعوض ببساطة بحمل الفيروس من شخص إلى شخص.

هل تعلم؟
DID YOU KNOW ?

يتكاثر البعوض فى المياه **الراكدة**. قام الجيش بتجفيف مواقع المياه **الراكدة**، أو تغطيتها بطبقة من الزيت لقتل الحشرات. قتلت الحمى الصفراء الآلاف من الناس فى المدن الساحلية الموجودة فى الولايات المتحدة. بعد اكتشاف «ريد» اختفت الحمى الصفراء من الولايات المتحدة.

تأتى كلمة «علم» من كلمة إغريقية قديمة (سينتيا) التى تعنى «أن تعلم». والعلم هو طريقة لدراسة العالم المحيط بنا. كان العلم موجودًا حولنا منذ وقت طويل، ومازلنا نقوم باكتشافات جديدة.

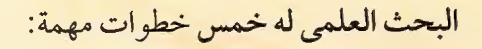
يقوم العلم بتشكيل طريقة حياتنا اليوم. فلقد تم بمساعدة العلم ظهور الأدوية التى نتناولها، والسيارات والطائرات التى نسافر بها، والتليفزيونات والكمبيوترات التى نستخدمها. وحتى الطعام الذى نتناوله والملابس التى نرتديها هم من نتائج العلم.

طريقة للمعرفة: A way of knowing

لكن، ما هو العلم بالضبط؟ هل يدور حول خلط الكيماويات الفوارة فى أنابيب الاختبار؟ هذا ممكن، لكن كثيرًا ما لا يكون الأمر كذلك. هناك الكثير من الطرق للإجابة على الأسئلة العلمية، لكن هذا الكتاب يركز على **عمليات البحث**، حيث يتم استخدام تجارب محددة لاختبار التنبؤات. وتُعرف تلك التنبؤات باسم افتراضات.



أصبحت الرحلات الفضائية ممكنة نتيجة للبحث العلمى



البحث العلمى له خمس خطوات مهمة:

1- طرح الأسئلة والتنبؤ.

2- وضع خطة عملية البحث.

3- الحصول، والتسجيل، وتقديم الأدلة.

4- تحليل الأدلة واستخلاص النتائج.

5- تقييم عملية البحث.

لا يقوم العلماء دائمًا باتباع هذا النموذج بالضبط. لكن «ريد» وفريقه قاموا باستخدامه لكبح الحمى الصفراء. تستطيع أنت أيضًا استخدامه.

حاول ذلك!
TRY IT!

كان الناس منذ ما يقرب من 800 عام يظنون أن أقواس قزح سحرية. فقام عالم يدعى «روجر بيكون» بتجارب لإظهار أنها ليست كذلك. وتبين له أن قوس قزح الموجود فى الجو هو نفس القوس الذى يراه الإنسان فى رذاذ الماء. يحدث قوس قزح عندما تقوم قطرات دقيقة من الماء الموجود فى الجو **بعكس** الضوء. تستطيع أنت إذا كانت الشمس تسطع خلفك أن تصنع قوس قزح عن طريق رش ماء من خرطوم أو بخاخة زجاجة.

الأبحاث : Research

إن كان لديك سؤال علمى وتريد إجابة له، يستطيع البحث العلمى أن يساعدك. والخطوة الأولى فى هذه العملية هى أن تلجأ إلى الأبحاث السابقة لمعرفة ما لذى تمت معرفته من قبل حول السؤال الذى تريد الإجابة عليه ومن المرجح أنك لست أول من يسأل هذا السؤال من قبل.

يعتمد العلماء على اكتشافات العلماء الآخرين. مثل «والتر ريد» يجب عليك استكمال أبحاثك **وملاحظاتك** الدقيقة. (الملاحظة) تعنى معرفة الأشياء من خلال حواسك. (الملاحظة الدقيقة) تعنى النظر إلى الأشياء بتفصيل شديد.

أدوات الملاحظة: Observation tools

سمحت لنا الأدوات والأجهزة العلمية بملاحظة الأشياء التى لا نستطيع ملاحظتها بطريقة أخرى. وعلى سبيل المثال، فإن **المجهر (الميكروسكوب)** يساعد العلماء على فحص كائنات دقيقة جدًا لا تُرى بعيوننا المجردة وحدها. وتقوم الغواصات المتحكم فيها عن بعد باستكشاف قاع المحيط وكأن عيون وآذان وأيدى العلماء هناك. وتساعدنا التلسكوبات «على الرؤية بعيدًا والنظر إلى الكون الخارجى.



يستخدم العلماء ميكروسكوبات عالية التقنية لدراسة أشكال الحياة بالغة الصغر.



يدور التليسكوب الفضائى «هابل» حول الأرض ويرسل لنا صورًا، لنعرف المزيد عن الفضاء.

هل تعلم؟
DID YOU KNOW ?

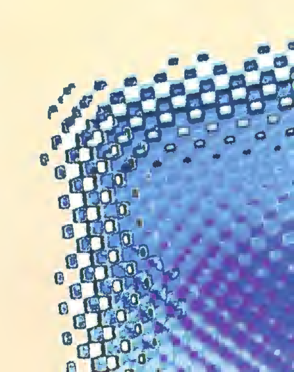
يتحتم على المراقب الموجود على الأرض أن ينظر إلى سماء الليل من خلال الغلاف الجوى. وتجعل السحب والغبار والهواء المتحرك الرؤية بوضوح صعبة لمسافة بعيدة فى الفضاء، ولهذا تتمتع التليسكوبات الموجودة فوق الغلاف الجوى برؤية أفضل. تم إطلاق التليسكوب الفضائى «هابل» عام 1990، وهو أداة قوية لمراقبة الفضاء، ويدور حول الأرض فى مدار يبعد 600 كيلو متر عنها وقد أرسل «هابل» إلى الأرض صورًا مدهشة لمولد نجوم ووفاتها وعوالم بعيدة جدًا.

القياس: Measurement

كثيرًا ما يقوم العلماء عند إجراء التجارب بقياس أشياء. وهذا يساعدهم على الملاحظة بشكل أدق. **والقياس** يعنى تحديد الحجم أو الكمية لشىء عن طريق مقارنته بشىء آخر. ونحن نستخدم أدوات مثل المساطر أو الموازين لقياس الأشياء.

التسجيل: Recording

يمثل التدوين الدقيق للملاحظات جزءًا مهمًا آخر من البحث العلمى، ويطلق على ذلك تسجيل. فيجب أن يتم دائمًا تسجيل القياسات، حيث إن تدوين الملاحظات والتفاصيل لتجاربك يسمح للآخرين بالاطلاع على ما توصلت إليه. وتعتبر الصور والفيديو والتسجيلات الصوتية والكمبيوترات أدوات لتسجيل الملاحظات. ويسمح التسجيل أيضًا لأشخاص آخرين بإعادة تجاربك.



كان لدى الناس دائمًا فضول حول العالم المحيط بهم. وعندما لم يتمكن الناس فى الأزمان القديمة من فهم شىء، كانوا كثيرًا ما يظنون أنه سحر أو من صنع الآلهة. وأخيرًا، بدأ بعض الناس فى اتخاذ سبيل منطقى بشكل أكبر. لقد ظهرت الرياضيات و**علم الفلك** فى الشرق الأوسط والصين منذ أكثر من 4000 عام.

الإغريق: The Greeks

كثيرًا ما كان الإغريق القدامى يفكرون مثل العلماء. وكانوا يطرحون أسئلة جادة حول العالم ويحاولون العثور على إجابات عملية. «عاش أرسطو» منذ أكثر من 2300 عام، وكان يستخدم الملاحظة لاكتشاف الشىء الحقيقى.

صرح إغريقى آخر يدعى «أريستاركوس الساموسى» بأن الأرض تدور حول الشمس، لكنه لم يقم على الإطلاق باختبار تلك الفكرة. لم يكن العلماء الإغريق يقومون دائمًا باختبار الأشياء مثلما يقوم العلماء الآن. لم تكن فكرة «أريستاركوس» رائجة مثل تلك الخاصة بإغريقى آخر يدعى «بطليموس» الذى قال بأن الشمس والكواكب تدور حول الأرض، وتم تصديق **نظريته** لمدة 1400 عام.

كان الإغريق القدامى يؤمنون بالملاحظة واكتشاف الحقائق، وقاموا ببعض التجارب، واعتمدوا على معارف السابقين، لكنهم كانوا مؤمنين بمراجعة الأشياء بأنفسهم.

كان «أندرياس فيساليوس» من فنانى عصر النهضة الذين درسوا أجساد الموتى، ولقد ساعدت رسومه التخطيطية الآخرين على استيعاب علم التشريح.



العصور المظلمة: The Dark Ages

غرقت أوروبا منذ حوالى عام 400 قبل الميلاد إلى عام 900 ميلادية فى العصور المظلمة. ولم يتعلم الأوروبيين فى غضون تلك الفترة أشياء جديدة. وفى نفس الوقت، قام العلماء العرب بترجمة الكثير من الكتب الإغريقية القديمة مما أدى إلى عدم نسيان أعمال الإغريق القدامى.

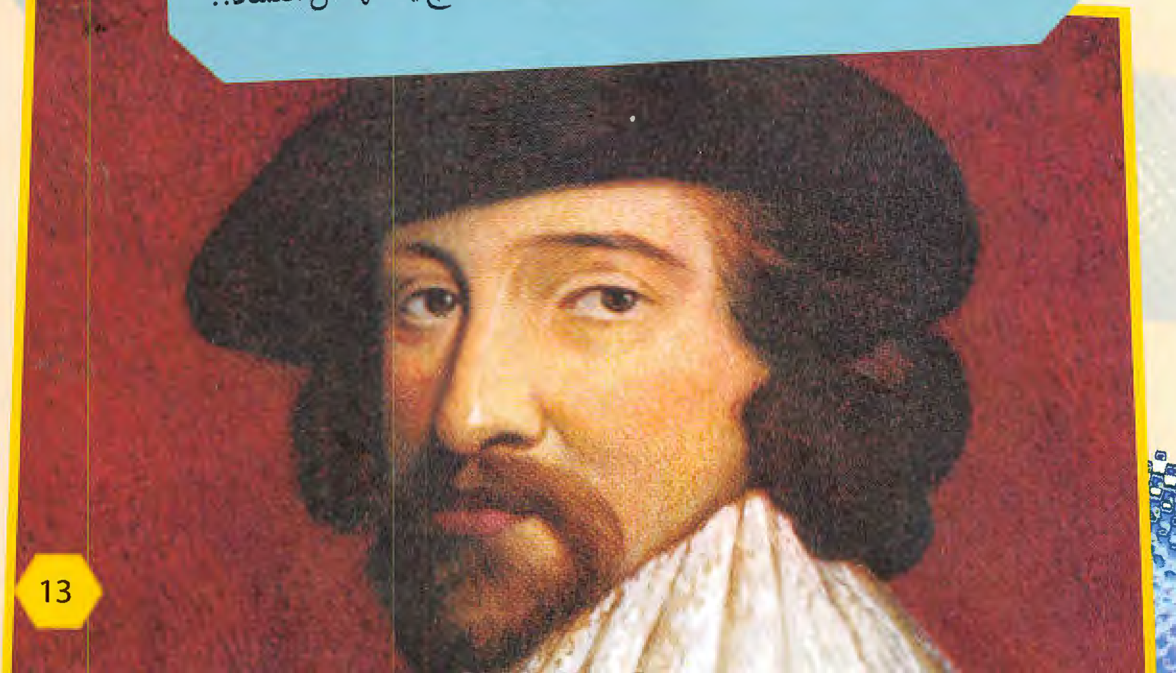
عصر النهضة: The renaissance

النهضة تعنى «إعادة الولادة» وقد تم إطلاق هذا الاسم للفترة من حوالى عام 1300 إلى 1527 عندما كانت هناك إعادة ولادة للمعرفة فى أوروبا.

قام طابع ألمانى يدعى «جوهانس جوتينبرج» فى القرن الخامس عشر باختراع آلة الطباعة، ونتيجة لذلك تمت طباعة الكتب بسرعة وأصبح من الممكن المشاركة فى الأفكار، وانتشرت المعارف القديمة والحديثة.

هل تعلم؟
DID YOU KNOW?

ساعد «السير فرانسيس بيكون» (1561-1626) على ظهور عملية البحث العلمى عن طريق المناداة بأنه يجب على العلماء أن يقوموا بالتجارب. ويقال أن «بيكون» توفى بعد أن أصابته نوبة برد أثناء قيامه بتجربة. لقد أراد أن يرى إذا كان حشو دجاجة بالثلج يمنعها من الفساد!.

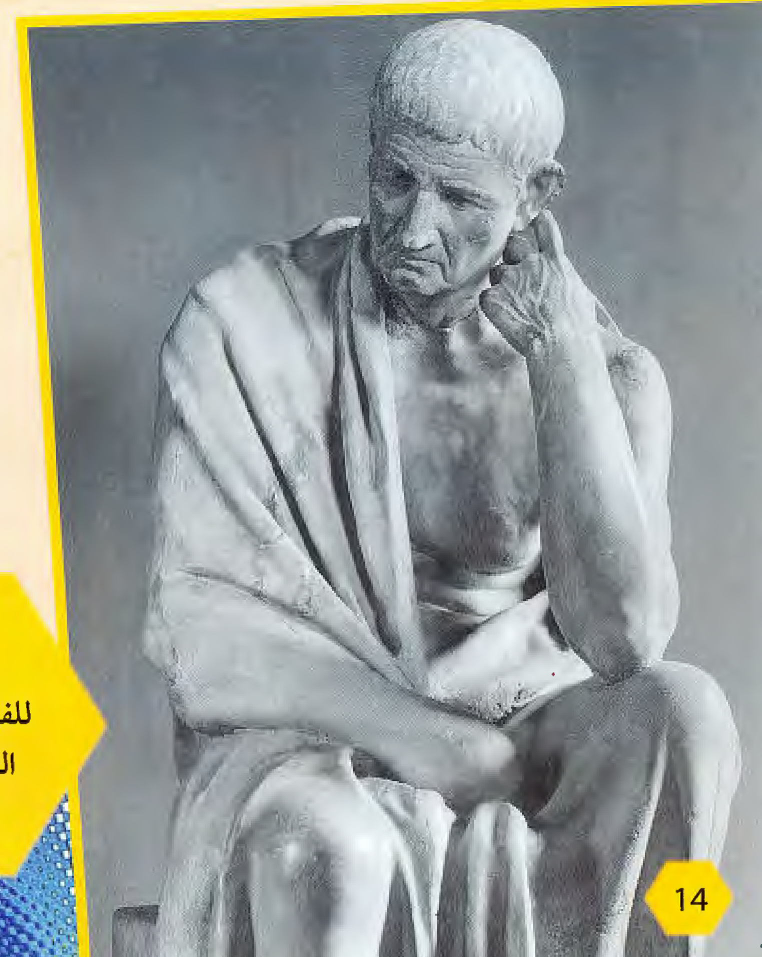


طريقة جديدة : A new way

لم يكن العلماء فى الماضى يستخدمون البحث العلمى كما نفعل فى عصرنا الحاضر. وعلى سبيل المثال، كان «أرسطو» مفكرًا عظيمًا فى اليونان القديمة. كان دقيق الملاحظة وكان يحاول التأكد من الأشياء لنفسه. لكنه قام أيضًا بتدوين أشياء لم يتم إثباتها عن طريق نوعية التجارب العلمية الدقيقة التى استكملها العلماء فى الوقت الحاضر. لكن «أرسطو» كان مخطئًا فى بعض الأحيان، لكن أعماله كانت محترمة فى أوروبا إلى درجة أنه بعد 1000 عام كان لدى قليل من الناس شك فيما قام بتدوينه.

حتى القرن 16 لم يكن لطلاب **الجامعة** شك فيما قام به «أرسطو» وغيره من المفكرين القدامى بتدوينه. وكان من المفروض عليهم حفظه فى ذاكرتهم. وكانت مجرد التجربة ومراجعة الأشياء لا تتم. لكن الأمور بدأت تتغير فى القرن السادس عشر. وكان أحد الأشخاص الذين جعلوا الأمر يتغير هو «جاليليو جاليلي».

تعلم «جاليليو» كطالب أن الأشياء الأكثر ثقلًا تسقط أسرع من الخفيفة. لقد قال «أرسطو» أن هذا حقيقى. فرغم كل شىء، لقد لاحظنا جميعًا أن الريشة تسقط بشكل أبطأ من أى حجر. لكن «جاليليو» لم يقبل ذلك، وقام بدحرجة كرات بأوزان مختلفة على منحدر، وقام بمقارنة الوقت الذى تستغرقه للوصول إلى القاع، وبذلك أثبت أن «أرسطو» العظيم كان مخطئًا.



هذا تمثال للفيلسوف الإغريقى القديم «أرسطو».

سقوط الأشياء: Falling objects

توصل «جاليليو» إلى أن جميع الأشياء تسقط بنفس السرعة إلا إذا كان هناك دور **لمقاومة الهواء**. المقاومة الهوائية عبارة عن ضغط الهواء المضاد لشيء. فإن لم يكن هناك هواء يعترض الطريق، فإن الريشة والشيء الثقيل يسقطان بنفس السرعة. وقد قام رواد الفضاء بتوضيح ذلك على القمر، حيث لا يوجد هواء.



تروى أسطورة أن «جاليليو» قام بإسقاط كرات من برج «بيزا» المائل بإيطاليا لإثبات فرضيته.

حاول ذلك!
TRY IT !

ارفع قصاصة من الورق ودعها تسقط. إنها تسقط ببطء نتيجة مقاومة الهواء. تناول نفس القصاصة وجعدها لتصبح كرة صغيرة. اتركها ولاحظ كيف تسقط بشكل أسرع. إنها تسقط أسرع لأنها تقابل مقاومة هوائية أقل.

تتبع خطوات «جاليليو» Follow in Galileo's footsteps

تستطيع القيام بتجربة «جاليليو» بنفسك. تأكد من قيامك باتباع خطوات البحث العلمي.

1 طرح الأسئلة والتنبؤ:

قم أولًا بتحديد السؤال الذى تحاول إجابته، «هل تسقط كرة ثقيلة أسرع من كرة خفيفة؟». ثم فكر فى ملاحظاتك. ربما كانت لديك خبرة بكرات القدم وكرات التنس وغيرها. هل يبدو أن الكرات الأثقل تسقط بسرعة أكبر؟. ابحث بالاطلاع على معلومات أكثر حول تجربة «جاليليو». يجب أن تعتمد تنبؤاتك على الملاحظة والبحث. نصت فرضية «جاليليو» على أن الكرة الثقيلة والكرة الخفيفة تسقطان بنفس السرعة. تستطيع أيضًا استخدام هذه الفرضية.

2 وضع خطة لعملية البحث:

قام «جاليليو» بدحرجة كرات على منحدر لكي يتمكن من حساب الوقت بشكل أسهل. لقد قال أن الدحرجة تماثل السقوط لكنها أبطأ، وقام باستخدام كرات خشبية بأوزان مختلفة. تستطيع إسقاط أنواع مختلفة من الكرات لترى أيها تسقط أسرع.

3 الحصول، والتسجيل، وتقديم الأدلة:

قف على كرسى وذراعاك مرفوعتان واسقط كرتين بوزنين مختلفين. احرص على تركهما يسقطان فى نفس الوقت. راقب وصولهما إلى الأرض.

ابحث عن كرات بأوزان مختلفة لاختبارك المحدد



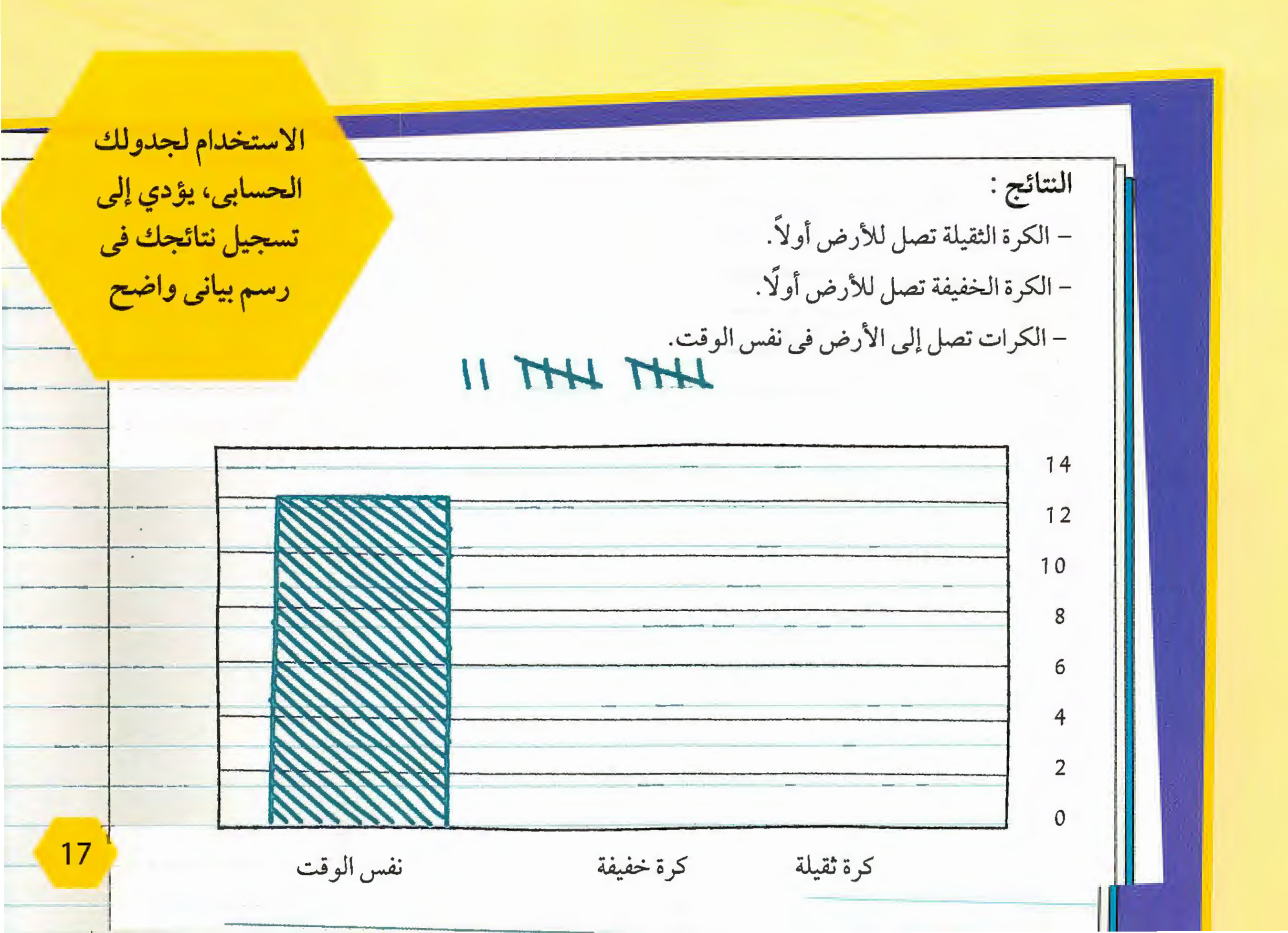
قد تحتاج إلى شريك لمساعدتك على ملاحظة وصولهما إلى الأرض. حاول قدر الإمكان استخدام كرات متساوية النعومة من الخارج. قد يكون هذا صعبًا لكنه سيجعل الاختبار محدد بشكل أفضل. يجب عليك، مثل «جاليليو»، القيام بتكرار التجربة عدة مرات. قم أثناء التجربة بتسجيل عدد المرات التي تصل فيها الكرة الثقيلة إلى الأرض أولاً. سجل عدد مرات وصول الكرة الأخف إلى الأرض أولاً. سجل عدد مرات وصولهما إلى الأرض معًا. وسيكون **الرسم البياني** الحسابي وسيلة سهلة لمتابعة الأمر.

4 تحليل الأدلة واستخلاص النتائج:

استنتج «جاليليو» بعد تحليل نتائجه أن فرضيته كانت صحيحة، فالكرة الثقيلة والكرة الخفيفة تسقطان بنفس السرعة. هل تبين نتائجك ذلك؟ يجب أن تكون كذلك!

5 تقييم عملية البحث:

شارك «جاليليو» نتائجه مع علماء آخرين. ناقش وقيم نتائجك مع آخرين. هل لدى أى شخص أسئلة حول وسائلك؟ هل هناك طريقة لتحسين عملية البحث؟



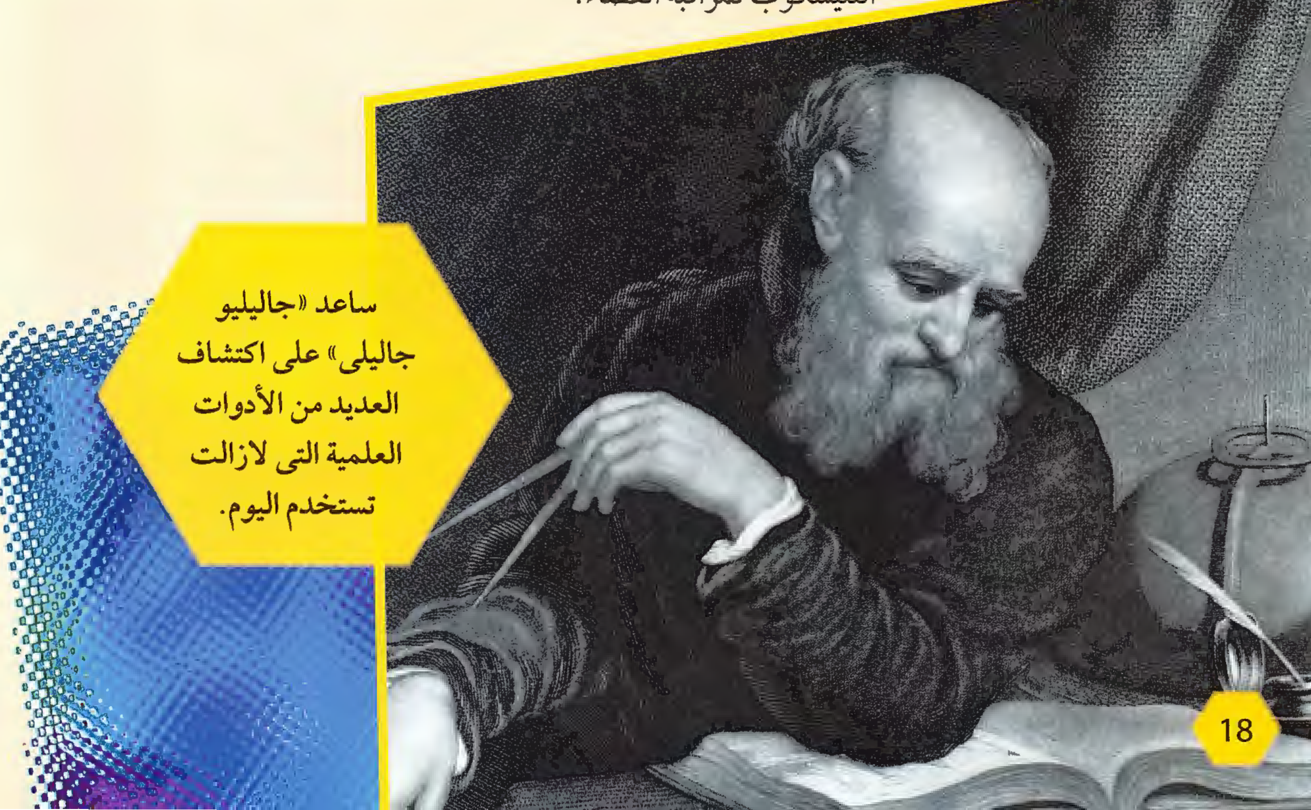
أول عالم حديث : The first modern scientist

كان «جاليليو» من أوائل العلماء فى استخدام البحث العلمى كما نقوم به اليوم. فكان عندما يريد العثور على إجابة لسؤال، يقوم بوضع فرضية. ثم يقوم بعد ذلك باختبارها بتجربة محددة. وكان يقوم بتسجيل نتائجه وتقييمها، مقررًا إذا كانت تؤيد أو تهدم فرضيته. وكان يقوم باختبار الأشياء مرة أخرى للتأكد من أن نتائجه كانت صحيحة. ويعتبر الكثير من الناس أنه أول عالم حديث.

أدوات الملاحظة: Tools for observation

إن «جاليليو» له دورًا مهمًا أيضًا لأنه قام بتحسين الملاحظات باستخدام أدوات. اخترع «جاليليو» واحدًا من أوائل الترمومترات لقياس الحرارة. لكن ربما كانت أهم أداة علمية قام «جاليليو» بتعليم العلماء استخدامها هى المقراب (التليسكوب).

فى عام 1608، قام شاحذ **عدسات** (يصقل العدسات) هولندى بوضع عدستين داخل أنبوبة. وكان ذلك أول مقراب (تليسكوب). وسريعًا ما قام «جاليليو» بصنع تليسكوب أقوى. لقد كان أول شخص يستخدم التليسكوب لمراقبة الفضاء.



ساعد «جاليليو جاليلى» على اكتشاف العديد من الأدوات العلمية التى لازالت تستخدم اليوم.

ساعات البندول: Pendulum clocks

كان «جاليليو» يقوم دائمًا بطرح أسئلة. وعندما كان جالسًا في إحدى المرات في الكنيسة، نظر إلى مصباح معلق بالسقف. كان المصباح يتأرجح للأمام والخلف. ولم يكن لدى أحد ساعات شخصية ولم تكن الساعات الضخمة دقيقة جدًا، ولهذا فإنه قام باستخدام **نبضاته** كنوع من الساعات الميقاتية. وقام بقياس الزمن الذى تستغرقه كل أرجحة. وعندما بدأ المصباح فى الاستقرار فى مكانه، أصبحت التأرجحات أقل. لكنه لاحظ أنها استغرقت نفس القدر من الوقت لكل أرجحة.

لقد قام المصباح بالعمل **كبندول**. قام «جاليليو» بصنع بندولات بمواد مختلفة **الكتل** واستخدم أطوال مختلفة من الخيوط. وقام باختبار البندولات ليكتشف بقدر الإمكان كيفية عملها.



كان «جاليليو» أول شخص يرى أقمار المشترى

هل تعلم؟
DID YOU KNOW?

استخدم «جاليليو» التليسكوب لاكتشاف أكبر أربعة أقمار تابعة لكوكب المشترى، والتى أطلق عليها لذلك اسم أقمار جاليليو وأسمائهم كالتالى: «لو» ، و«يوروبا» ، و «جانيميد» ، و«كاليستو».

تجارب جاليليو البندولية
Galileo's pendulum experiments

تستطيع القيام بتجارب جاليليو البندولية لاكتشاف التغيرات فى انسجام أرجحة البندول. يمكنك استخدام ساعة ميقاتية لحساب وقت التأرجحات بدلًا من نبضات قلبك.

1 طرح الأسئلة والتنبؤ:

قد يكون سؤالك هو نفس السؤال الذى طرحه «جاليليو» منذ 400 عام: «كيف تزيد عدد تأرجحات البندول التى يقوم بها خلال 15 ثانية» تستطيع التنبؤ بأن تغيير وزن البندول، أو طول الخيط، أو زاوية إطلاقه سوف يقوم بذلك، وتلك تمثل ثلاث فرضيات.

2 وضع خطة عملية البحث:

من الممكن اختبار فرضياتك فى صورة ثلاثة اختبارات محددة. يمكنك صنع بندول من خيط وحلقات معدنية. خذ قطعة من الخيط واربط عقدة صغيرة عند كلا النهايتين. ثبت العقدة على القلم. ثبت القلم بشريط لاصق بسطح المكتب أو المنضدة بحيث يكون نصف القلم خارج حافة المكتب. أدخل مشبك أوراق خلال العقدة بالطرف الآخر، واستخدم ذلك لتعليق الحلقات أو الأثقال الأخرى.

3 الحصول، والتسجيل، وتقديم الأدلة:

لديك الآن بندول. عليك الآن القيام بثلاثة اختبارات. **متغير واحد فقط يجب أن يتغير فى كل اختبار محدد.**

قم بالعمل مع شريك لإجراء كل من الاختبارات الثلاثة المحددة التى عليك القيام بها. يستطيع أحد الشركاء أن يكون الميقاتى. ويستطيع الشريك الآخر إحصاء التأرجحات. لا تدفع البندول، واتركه فقط. يستطيع الشريك الميقاتى أن يقول (توقف) بعد 15 ثانية. ثم سجل عدد التأرجحات.

1- أولاً، استخدم أثقالاً مختلفة فى البندول.
2- ثانيًا، اطلق البندول من زوايا مختلفة.
3- أخيرًا، جرب أطوالًا مختلفة من الخيط.

سجل نتائجك فى رسم بيانى أو جدول.

4 تحليل الأدلة واستخلاص النتائج:

ماهو الاختبار المحدد الذى أنتج أكثر التأرجحات خلال 15 ثانية؟

هل تدهشك النتائج؟ هل تبدو أى أرقام خارجة عن المعقول؟



5 تقييم عملية البحث:

هل أوضحت أن الخيط الأقصر قد زاد من عدد التأرجحات التى يقوم بها البندول فى 15 ثانية؟ إن لم يحدث، حاول التوصل إلى الخطأ الذى حدث.

البندول عبارة عن أى ثقل يتأرجح للأمام والخلف. عندما تجمع نتائجك، سجلها فى جداول.

أثقال مختلفة

حلقات	تأرجحات
1	12
2	12
3	12

تغيير الثقل لايؤدى إلى تغيير عدد التأرجحات.

زوايا مختلفة

زاوية	تأرجحات
مرتفعة	12
متوسطة	12
منخفضة	12

تغيير الزوايا لا يؤدى إلى تغيير عدد التأرجحات.

أطوال مختلفة

طول	تأرجحات
قصيرة	19
متوسطة	12
طويلة	9

تغيير الطول يؤدى إلى تغيير عدد التأرجحات.

البندول الأقصر يتأرجح أسرع.

علماء آخرون، وطرق أخرى
Other scientists, other methods

لم يتبع جميع العلماء بعد «جاليليو» طريقة الاختبار المحدد لاستكمال التجارب، ورغم ذلك، قام بعضهم بدفع العلم إلى الأمام. قام «نيوتن» فى القرن السابع عشر بتفسير كيفية تحرك الكواكب والأقمار فى الفضاء، وقد أسس جزء كبير من عمله على الرياضيات.

وقام عالم آخر فى القرن السابع عشر، يدعى «انطون فان ليفنهوك» باكتشاف الميكروبات باستخدام ميكروسكوب مصنوع منزليًا. الميكروبات هي كائنات حية مجهرية، لم يقم «فان ليفنهوك» باتباع تجربة اختبار محدد، لكنه كان يسجل ويربط بين ملاحظات دقيقة.

ساعد «كارلوس لينوس» العلم بإعداد نظام **تقسيم** للنباتات والحيوانات فى القرن الثامن عشر. لم يقم «لينوس» بإجراء تجارب، لكنه قام بتنظيم المعلومات حتى يمكن فهمها بشكل أفضل.

إدوارد جينر: Edward Jenner

كان العديد من الناس بحلول القرن الثامن عشر يستخدمون البحث العلمى. وكان أحدهم، «إدوارد جينر»، الذى كان يعيش فى إنجلترا فى وقت كان مرض الجدرى فيه شائعًا. كان الجدرى مرضًا خطيرًا وقتل الكثير من ضحاياه وترك الناجين منه تغطيهم الندوب (أثر جروح).

إدوارد جينر موضح وهو يقوم بتطعيم صبى يافع بجدرى البقر



كثيرًا ما كان الناس الذين يقومون بحلب البقر يصابون بمرض يدعى جدرى البقر. وكان جدرى البقر أقل وطأة من الجدرى وأقل خطورة. سمع «جينر» الفلاحين يقولون أن الناس الذين يصابون بجدرى البقر لا يصابوا بالجدرى. فقرر التحقق من ذلك والتأكد إن كان هذا صحيحًا.

قام «جينر» بوضع بعض السائل من قرحة لجدرى البقر فى جرح بذراع صبى معاف. وأصيب الصبى بحالة خفيفة من جدرى البقر لكنه تعافى. قام «جينر» بعد بضعة أسابيع بإعطاء الصبى بعض السائل من قرحة جدرى. ولم يصب الصبى بالجدرى. قام «جينر» باتباع ذلك بالكثير جدًا من التجارب والملاحظة الدقيقة. ثم قام بعد ذلك بنشر نتائجه. وبدأ آخرون بإعطاء الناس جدرى البقر بهذه الطريقة لإنقاذهم من الجدرى.

مازالت تستخدم نتائج عمل «جينر» إلى اليوم، حيث يتم تطعيم الأطفال لحمايتهم من المرض.

هل تعلم؟
DID YOU KNOW ?

انتشرت فكرة «جينر» فى أرجاء العالم. وقد تم تسمية علاجه التطعيم(vaccination)، وهى مشتقة من الكلمة اللاتينية «فاكا **vacca**» التى تعنى «بقرة». كما في اسم جدرى البقر. لم يعد الناس يحصلون على تطعيم ضد الجدرى لأن تطعيم «جينر» قضى على المرض. لكن الأطفال يتلقون الآن طعومات لأمراض أخرى مثل الحصبة والنكاف، والحصبة الألمانية.

جريجور مندل : Gregor Mendel

عاش «جريجور مندل» فى النمسا فى القرن التاسع عشر وقام بأبحاث عن **الموروثات (الجينات)** – أى دراسة انتقال الصفات من الآباء إلى الأبناء. والصفات عبارة عن أشياء مثل لون العين والشعر التى تحصل عليها من والديك. ومن الممكن فى النباتات أن تتمثل صفة فى لون أو شكل الزهرة، أو حجم النبات، أو عصارة الثمرة.

كان «مندل» راهبًا يعنى بحديقة الرهبان، الذين كانوا يزرعون الخضراوات للأكل، وأراد تحسين محاصيلها. وكان يريد أن يعرف إن كان هناك أشكال من الصفات يتم انتقالها من النباتات الأبوية إلى النباتات الجديدة، فإن استطاع «مندل» اكتشاف تلك الأشكال لاستطاع انتقاء الصفات الجيدة وجعلها تحدث بشكل أكثر فى النباتات الجديدة، ولاستطاع بهذه الطريقة تحسين المحاصيل. كانت فرضيته تتمثل فى أن هناك أشكال من الصفات يتم انتقالها، وقرر اكتشافها.

«قام جريجور مندل بالعديد من التجارب مع نباتات البسلة»



هل تعلم؟
DID YOU KNOW ?

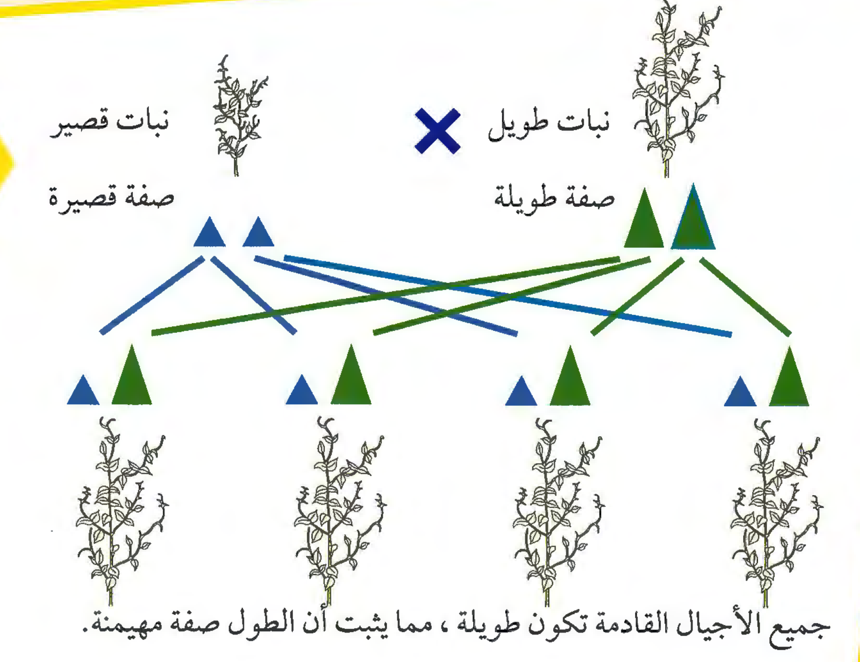
استطاع العلماء تحسين المحاصيل عن طريق اختيار صفة تكون مفيدة واستيلاد المزيد من النباتات التى تتمتع بتلك الصفة. وأصبح من الممكن إطعام المزيد من الناس لأن المحاصيل قد تم تحسينها.

نباتات البسلة: Pea plants

قام «مندل» على مدى سنوات عديدة بإجراء تجارب على نباتات البسلة. يتمتع كل نبات بسلة باثنين من النباتات الأبوية. يقوم اللقاح من نبات أبوى **بتلقيح** النبات الآخر. ثم يتم بعد ذلك تكوين البذور لنباتات جديدة. ويقوم كل والد بنقل صفاته إلى النباتات الجديدة. قام «مندل» بدقة بتهجين نباتات طويلة مع نباتات طويلة أخرى، وطويلة مع قصيرة، وقصيرة مع قصيرة. وقام بقياس النباتات التى نمت من بذورها. وقام بإنبات العديد من الأجيال ليرى عدد النباتات التي أصبحت طويلة وقصيرة، واحتفظ بسجلات دقيقة. لقد قام بدراسة ما يزيد على 28000 من نباتات البسلة.

أظهرت نتائج «مندل» أن هناك أشكال من الصفات يتم انتقالها من جيل إلى جيل. واكتشف أن بعض الصفات كانت **مهيمنة** ويبدو أن الصفات المهيمنة تتغلب على الصفات الأخرى. وكانت فرضيته صحيحة. يستطيع مربو النباتات والعلماء اختيار صفات نباتية مفيدة واستيلاد نباتات تتمتع بتلك الصفات.

عندما يتم تهجين نباتات بسلة طويلة مع قصيرة، فإن الأجيال القادمة تكون طويلة.



جميع الأجيال القادمة تكون طويلة ، مما يثبت أن الطول صفة مهيمنة.

حقق العلماء فى غضون الـ 300 عام الماضية إنجازات هائلة. فقد جلب البحث العلمى لنا الكهرباء، والراديو، والتليفونات، والأفلام، والسيارات، والطيارات، وسفن الفضاء. ويساعد البحث العلمي فى كشف أسرار الأرض والفضاء.

يتم تطبيق العلم على كل جزء من حياتنا تقريبًا. فإن الميكروويف، والكمبيوترات، والتليفزيونات، والأقراص المدمجة، ومشغلات الأقراص المدمجة، والعقاقير، وحتى الملابس والطعام، فى مجموعها من نتائج البحث العلمى.

فكرة لامعة: A bright idea

لك أن تفكر كمثال فى جميع الطرق التى تستخدم فيها الكهرباء. خذ اللمبة المنيرة. كان الناس من حوالى 120 عامًا يضيئون منازلهم بمصابيح الغاز، وكانوا قبل ذلك يستخدمون الشموع.

اخترع «توماس إديسون» اللمبة المنيرة. وكان سؤاله يتمثل فى: «كيف نستطيع استخدام الكهرباء للحصول على ضوء؟». وكانت فرضيته أنه يستطيع اكتشاف مادة من شأنها أن تتوهج لكن لا تحترق بسرعة إذا مر تيار كهربائى خلالها.

وقام بإجراء تجارب وتجارب. وانكب خمس سنوات طوال على اختبار المئات من أنواع الألياف، وعثر أخيرًا على النوعية التى قامت بالعمل!



أضواء مدينة «سياتل» تظهر اختراع «إديسون» وهو يعمل



تمثل النعجة «دوللى» مستنسخ موروثاتى مشهور

الاستنساخ: Cloning

من الممكن العثور على مثال آخر لتأثير البحث العلمى على حياتنا فى علم الموروثات (الجينات). ويتمثل أحد الإنجازات فى هذا المجال فى الاستنساخ، وهو إنتاج حيوان جديد يكون نسخة من الوالد. بدأ العلماء الاستنساخ من خلية مأخوذة من حيوان أبوي.

من الصعب استنساخ الحيوانات. حاول العلماء فى أول الأمر استنساخ الضفادع فى خمسينيات القرن العشرين. وقاموا بما لا يحصى من التجارب مستخدمين البحث العلمى لاختبار الطرق العديدة لاستنساخ الحيوانات. وقد تعلموا شيئًا من كل تجربة. وأخيرًا، نجح العلماء فى عام 1996 فى استنساخ نعجة تدعى «دوللى». وقاموا منذ هذا الوقت باستنساخ الجرذان، والقرود، والخنازير، وقطة.

حاول ذلك!
TRY IT!

تم استنساخ النباتات منذ مئات السنين. فإن بتر قطعة من أى نبات وإنبات نبات جديد عبارة عن استنساخ. إنك تستطيع استنساخ نبات البيجونيا أو زهرة الغمد. اقطع سويقة وورقة وازرعها فى بعض التربة الخصبة. إذا نمت فلديك نسخة موروثاتية (جينية) من النبات القديم – أى مستنسخ.

العلم يحسن الحياة : Science improves lives

لقد كان التقدم العلمى على مدى القرن الماضى مثيرًا للدهشة. فالعلماء منكبون على العمل لفهم عالمنا – فى الفضاء، وتحت البحر، وفى الصحارى والغابات الممطرة، وعند الباركين، وفى المعامل. ويقومون باكتشاف طرق لإنقاذ الحيوانات، ومقاومة الأمراض، وإطعام سكان العالم، وخفض التلوث، وجعل العالم مكانًا أفضل.

يجعل العلماء عالمنا أكثر أمنًا باختبار السيارات المختلفة باستخدام دمى التصادم التى يحطمونها المرة بعد الأخرى للوصول إلى التصميمات الأكثر أمانًا. ويستخدم العلماء أيضًا البحث العلمى لإيجاد حل للجرائم، ويستخدمون الميكروسكوبات والأدلة المورثاتية لمساعدتهم في القبض على المجرمين.

اكتشف العلماء اقتناص الطاقة من الرياح باستخدام التوربينات، وتحويل تلك الطاقة إلى كهرباء.

هل تعلم؟
DID YOU KNOW?

يحلم بعض العلماء باستعادة أنواع الحيوانات التى **انقرضت**. وقد قاموا بجمع مواد مورثاتية من ماموث صوفانى عثر عليه متجلدًا فى ثلوج سيبيريا. انقرضت حيوانات الماموث منذ حوالى 10000 عام، ويأمل بعض العلماء فى أنه سوف يكون بإمكانهم إنتاج ماموث مستنسخ فى يوم من الأيام.

اكتشاف مصادر أنظف للطاقة: Finding cleaner energy sources

يتم استخدام البحث العلمى للعثور على طرق نظيفة آمنة للحصول على الطاقة اللازمة لسياراتنا وتدفئة وإنارة منازلنا. ويتمثل أحد الحلول الممكنة التى يقوم العلماء باختبارها فى السيارات التى تتحرك بالهيدروجين، فإن سارت السيارات بالهيدروجين بدلًا من البترول، فإنها لاتلوث الهواء، فالشىء الوحيد الذى يخرج من ماسورة العادم هو كمية ضئيلة من الماء.

يتم استخدام البحث العلمى كل يوم لإيجاد حل لمشاكل العالم. ويقوم العلماء بتجربة طرق أفضل لاستغلال الرياح وأمواج المحيط، ولن نستنفد على الإطلاق الرياح أو الأمواج أو ضوء الشمس.

يتم استخدام البحث العلمى حتى فى الفضاء لاكتشاف تأثيرات انعدام الوزن، ولاختبار التربة الموجودة على المريخ.



تجارب اختبار الأشياء Testing things out

يستخدم العلماء المحترفون البحث العلمى كل يوم، ويمكنك أن تستخدمها أيضًا. اطرح أسئلة، واطلع على ما وصل إليه الآخرون بالفعل، ثم كون فرضية، وضع تصميمًا لاختبار محدد، واحصل على الأدلة بعد التأكد من تحكمك فى المتغيرات بحيث لا يتسبب سوى شىء واحد فى الحصول على النتائج. سجل ملاحظاتك واحتفظ بسجلات دقيقة، قم بقياس الأشياء وتحليل الأدلة. ما الذى توحيه لك؟ هل يظهر نمط؟ هل كانت فرضيتك صحيحة؟. قيم عملية البحث وقرر إن كنت تحتاج لاختبار أى شىء آخر أو استخدام طريقة مختلفة. فكر فى طرح أسئلة جديدة، وفرضيات وتجارب. هذه هى الطريقة العلمية للمعرفة.

هل تقوم بالفعل باستخدامها؟

Do you already use it ?

قد تكون بالفعل تستخدم البحث العلمى دون إدراك ذلك. فقد تسأل على سبيل المثال نفسك «لماذا لا يعمل جهاز التحكم عن بعد؟» وتصل إلى تنبؤ مثل «لقد استنفذت البطاريات» فتخرجها لتجرب بطاريات جديدة. مازال لا يعمل؟ قد يكون التليفزيون غير موصول بالكهرباء، فتقوم بالتأكد من ذلك. إنك تختبر الفرضيات الواحدة بعد الأخرى إلى أن تصل إلى الإجابة.



إذا كان هناك شىء لا يعمل تحتاج إلى وضع فرضيات واختبارها الواحدة بعد الأخرى لاكتشاف سبب المشكلة.

استخدام البحث العلمى: Using scientific enquiry

تستطيع استخدام البحث العلمى لجعل حياتك أفضل. هل تستطيع تغيير عاداتك الصباحية بحيث تصبح مستعدًا للذهاب إلى المدرسة فى وقت أقل؟

تذكر خطوات البحث العلمى. أولًا، لاحظ واطرح أسئلة.

هل تقضى وقتًا طويلًا فى استخدام مجفف الشعر؟ هل تستطيع جعل هذا الوقت أقصر بتجفيف شعرك فى الهواء أثناء تناولك الأفطار ثم استكمال ذلك باستخدام المجفف؟ اطرح فرضية. ضع خطة وابدأ بإجراء اختبارات مقننة. دون المدة التى يستغرقها القيام بالأشياء بترتيب مختلف وبطرق مختلفة. تأكد من إعادتك لكل اختبار مقنن أكثر من مرة. سجل واعثر على صلة بين نتائجك. هل تقوم نتائجك بتأييد فرضيتك. ثم قيم أبحاثك.



حاول ذلك!
TRY IT!

كان «أرسطو» عبقريًا، لكنه لم يكن دائمًا على صواب. وكانت إحدى أفكاره التى ظل الناس يقبلونها بعد 2000 عام أن الرجال يتمتعون بأسنان أكثر من النساء. إنه لم يستخدم البحث العلمى للتحقق من ذلك. أنت تستطيع!.

النباتات والموسيقى : Plants and music

لا يتحتم عليك أن تكون عالمًا محترفًا لكى تستخدم البحث العلمى. بل إنك تستطيع أيضًا طرح أسئلة عن العالم المحيط بك. ومن الممكن أن يكون سؤالك: «هل تزيد النباتات فى الطول إذا تعرضت للموسيقى؟».

1 طرح الأسئلة والتنبؤ:

إنك تحتاج للإجابة على هذا السؤال أن تقرأ عن النباتات. لأنك تحتاج إلى معرفة كيف تنمو النباتات. ويجب أن تحاول العثور على معلومات حول تأثير الموسيقى على نمو النبات. إنك تعلم أن الضوء يستطيع التأثير على نمو النبات. وتتنبأ أنه من الممكن للصوت أن يؤثر على نمو النبات أيضًا. وتتمثل فرضيتك فى أن الموسيقى سوف تجعل النباتات تنمو إلى ارتفاع أكبر.

2 وضع خطة عملية البحث:

ضع خطة لاختبار محدد بحيث تستطيع التأكد مما تسبب فى النتيجة. من شأنك أن تحتاج اختبار العديد من النباتات. فلو تم الاختبار لنبات واحد فقط ونمى بشكل سيئ أو مات، فلن يكون هناك مجال للتأكد من سبب حدوث ذلك. أنت محتاج لإطلاق بعض الموسيقى للنباتات، وأن تقارن نموها مع النباتات التى لاتحصل على موسيقى.

(المتغير) هو أى شىء قد يؤثر على نتائج الاختبار المحدد، و (المتغير الحر) هو شىء قد يؤثر على (متغير خاضع). تعتبر الموسيقى **متغير حر** قد يؤثر على نمو النبات، **والنمو متغير خاضع**.

تفكر فى كل شىء آخر قد يؤثر على نمو النباتات. لابد أن تحصل جميع النباتات على نفس المياه وضوء الشمس والتربة، وحتى الأصص التى تستخدم للزراعة، لابد أن تكون متماثلة. استخدم نفس نوع النبات، اختبر متغيرًا واحدًا متغير واحد فقط، وهذا يعنى أن كل شىء يجب أن يكون متماثلًا لكل نبات عدا الموسيقى. التحكم فى جميع المتغيرات الأخرى هو الطريقة الوحيدة التى تستطيع بها التأكد من أنه إذا كانت النباتات تنمو بشكل مختلف، أن الموسيقى تسببت فى هذا الاختلاف.

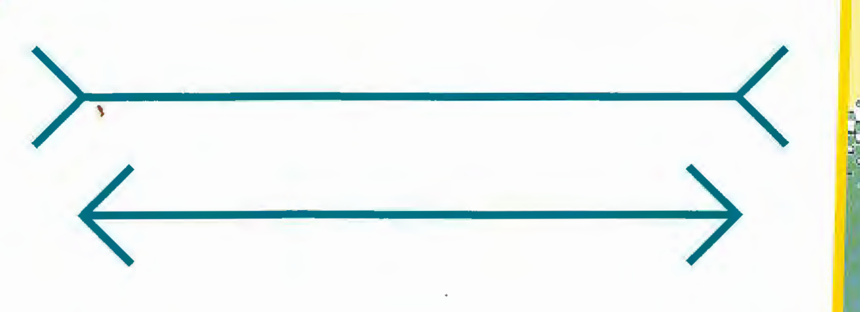
قس النباتات بعناية
وسجل أرقامها

3 **الحصول، والتسجيل، وتقديم الأدلة:**
من شأن بعض النباتات الحصول على الموسيقى وبعضها لا يحصل. التزم بنوعية واحدة من الموسيقى فى حالة إذا أحدثت فارقًا. تردد على النباتات بانتظام لقياس نموها. ضع نتائجك فى رسم بيانى أو لوحة.

4 **تحليل الأدلة واستخلاص النتائج:**
بناء على أدلتك، هل نمت النباتات مع الموسيقى بشكل مختلف؟

5 **تقييم عملية البحث:**
هل تعتقد أن نتائجك موثوق فيها؟ هل تفوق أى من قياساتك؟ ربما كانت الخطوة التالية، إذا نمت النباتات مع الموسيقى بشكل أفضل، هى اكتشاف، إذا كانت النباتات تفضل الموسيقى الكلاسيكية أم الشعبية.

نحن محتاجون للقياسات لأن عيوننا وأذهاننا قد تخدعنا أحيانًا. انظر إلى هذين الخطين. أيهما أطول؟. قم الآن بقياسهما بمسطرة. هل أصبت بالدهشة؟



الطيور وبذور الطيور: Birds and birdseed

عندما تختار سؤالًا للبحث، اجعله سؤالًا تستطيع إيجاد جواب له. لنفرض أنك تحب أن يكون لديك طيور فى حديقتك، وتنوى إطعامهم وتريد معرفة نوعية البذور التى تفضلها الطيور.

1 طرح الأسئلة والتنبؤ:

استعلم أولًا عن الطيور التى تزور حديقتك. حاول استخدام شبكة الإنترنت والمكتبة وسؤال أى شخص لديه علم بذلك. استعلم قدر استطاعتك عن خلطات البذور الموجودة للطيور البرية، ثم اذهب إلى متجر واختار نوعين أو ثلاثة من بذور الطيور. اقرأ التعليمات الموجودة على العبوات. نتيجة للمعلومات التى تقرأها، أى من بذور الطيور التى تتنبأ أن الطيور سوف تفضلها؟ قد تكون فرضيتك أنها تفضل النوع «ب». هذا شيء يمكنك التحقق منه أو دحضه. إنه تصريح يمكنك اختباره.

2 وضع خطة عملية البحث:

ضع خطة لاختبار محدد لإثبات إن كانت فرضيتك صحيحة أم خاطئة. اجعلها تجربة مضبوطة. للقيام بذلك حافظ على تماثل كل شيء عدا نوعية بذور الطيور. لابد أن يكون كل متغير آخر يستطيع التأثير على النتيجة متطابقًا لكى يصبح الاختبار محددًا.

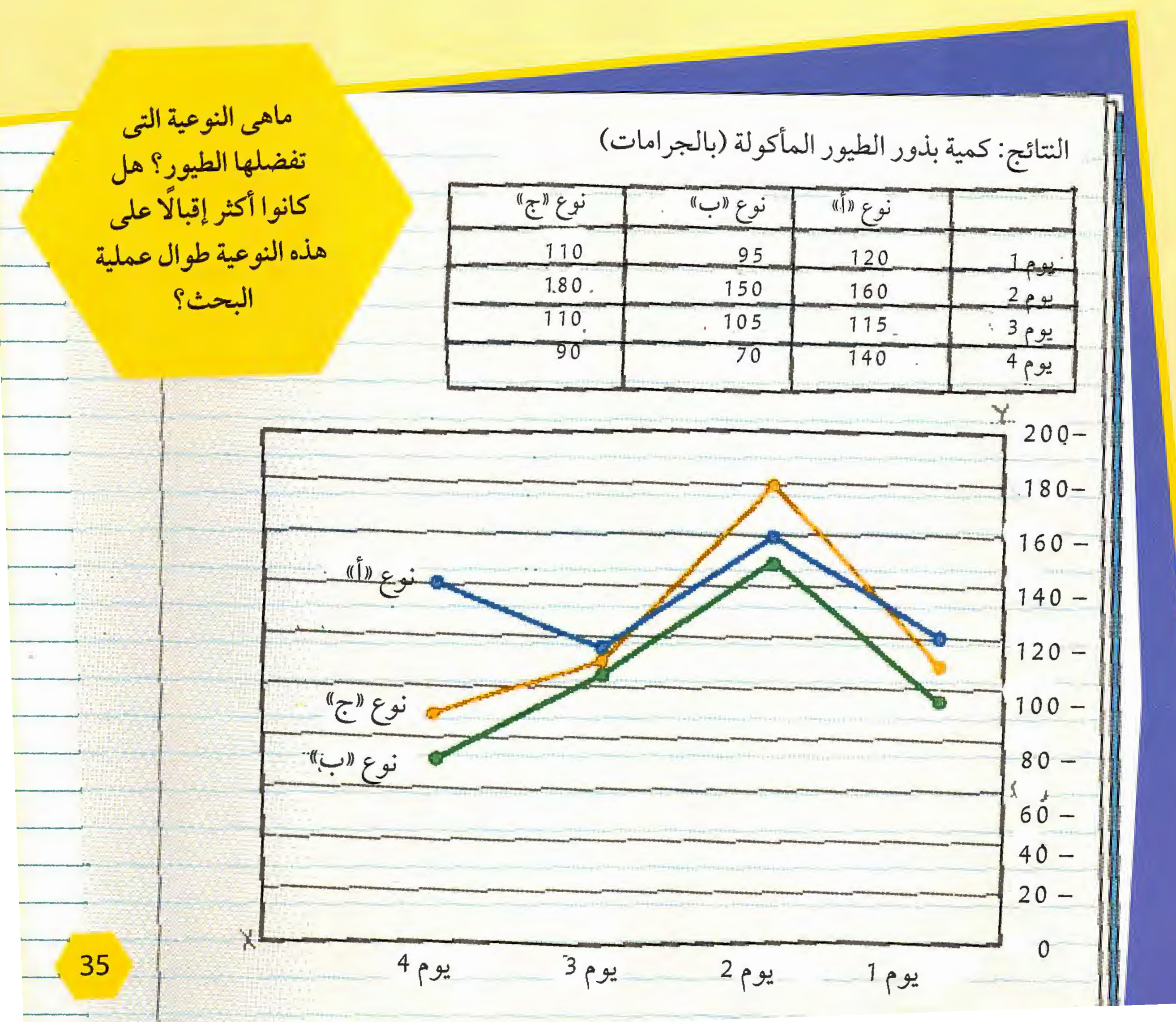
اكتشف أفضل بذور الطيور لجذب الطيور البرية

3 إجراء اختبار محدد:

استخدم القياسات. تستطيع وزن بذور الطيور أو تحديد كميتها بطريقة أخرى. ضع فى الخارج كميات متساوية فى الصباح وحدد كمية ما يبقى فى المساء. اطرح لمعرفة الكمية التى أكلتها الطيور. احتفظ بسجلات. من شأن الصور والفيديو أن يكونا مفيدان بالإضافة إلى السجلات المدونة. كرر التجربة لعدة أيام.

4 + 5 تحليل الأدلة، واستخلاص النتائج، وتقييم عملية البحث:

قد يكون استنتاجك بعد قيامك بتحليل نتائجك أن فرضيتك قد ثبت صحتها، أو ثبت عدم صحتها. وقد تقرر أن هناك حاجة لإجراء المزيد من الاختبار أو أن هناك حاجة لاختبار محدد. عندها، إذا كنت عالمًا جيدًا، دع آخرين يطلعون على نتائج أبحاثك حتى يمكنهم محاكاة تجربتك.



النتائج: كمية بذور الطيور المأكولة (بالجرامات)

	نوع «أ»	نوع «ب»	نوع «ج»
يوم 1	120	95	110
يوم 2	160	150	180
يوم 3	115	105	110
يوم 4	140	70	90

ردود فعل سريعة : Fast reflexes

تلاحظ فى المباريات أن بعض أصدقائك لديهم ردود فعل أسرع من آخرين. وتتساءل إن كانوا قد ولدوا بهذا الشكل، أو إذا كان التدريب جعل ردود أفعالهم أسرع.

1 طرح الأسئلة والتنبؤ:

تطرح سؤالًا مثل هذا: «هل يجعل التدريب رد فعل أى شخص أكثر سرعة عندما يحاول الإمساك بمسطرة؟». هل تعتقد أن رد فعل الناس سوف يكون أكثر سرعة مع التدريب؟ تستطيع البحث فى هذا الموضوع. تنبأ بأن وقت رد الفعل للإمساك بمسطرة سوف يتحسن بالتدريب. هذه هى فرضيتك.

2 وضع خطة عملية البحث:

تحتاج إلى التفكير فى طريقة لتوقيت ردود الفعل لأى شخص، وتقرر أن تدع المسطرة تسقط لكى يقوم شخص بإمساكها. سوف تبين العلامات الموجودة على المسطرة مدى سرعة إمساكهم بها. تستطيع من خلال عدة إسقاطات أن تلاحظ إذا كان وقت رد الفعل يتحسن. من شأنك أن تحتاج إلى اختبار العديد من الناس لترى إن كانت النتائج متطابقة لكل شخص. سوف تحتاج إلى الأمساك بالمسطرة على نفس الارتفاع فى كل مرة، وأن يجلس الشخص الذى تختبره ويثبت يده أو يدها القابضة على نفس الارتفاع فى كل مرة.

قم بتسجيل الرقم بالسنتيمتر تحت اليد التي تمسك بالمسطرة.



ملحوظة مهمة:
TOP TIP

أنت معتاد فى المدرسة على الحصول على إجابات صحيحة وخاطئة على الأسئلة. لكن فى العلم، لا مانع لو كانت فرضيتك خاطئة، أنت لم تفشل، لقد تعلمت شيئًا رغم ذلك.

3 الحصول، والتسجيل، وتقديم الأدلة:

قف وامسك بمسطرة عند الطرف المكتوب عليه 30 سنتيمتر. دع المسطرة تسقط دون تحذير وعلى الشخص أن يحاول الإمساك بها بأسرع ما يمكن. سجل علامة السنتيمتر فى المكان الذى أمسكت فيه اليد بالمسطرة. كرر ذلك عدة مرات، ثم قم باختبار شخص آخر. سجل قياسات جميع المختبرين. ضع النتائج فى رسم بيانى.

4 تحليل الأدلة واستخلاص النتائج:

هل كانت فرضيتك صحيحة؟ هل يميل الناس الذين اختبرتهم لأن يتمتعوا بردود فعل إما سريعة أو بطيئة، أم أنهم يختلفون؟ هل تستطيع التأكد مما إذا كانت ردود فعل أى شخص قد تحسنت بالتدريب؟

5 تقييم عملية البحث:

هل تستطيع التفكير فى طرق لتحسين الاختبار المحدد؟ هل لديك أسئلة أخرى تحتاج إجابة؟ على سبيل المثال، إذا كان التدريب يحسن وقت رد الفعل للإمساك بمسطرة، هل هذا يعنى أن التدريب سوف يحسن ردود الأفعال الأخرى؟

قد يكون هناك حاجة لعدد كبير من الاختبارات للحصول على نتائج واضحة

النتائج (بالسنتيمترات)

المختبر	أول محاولة	ثانى محاولة	ثالث محاولة
1	27	15	5
2	18	16	14
3	17	26	1
4	20	3	28
5	20	18	9

السفن الطافية : Floating boats

هل تساءلت يومًا عن طفو السفن؟
هل لأنها مصنوعة من مادة قابلة للطفو؟

1 طرح الأسئلة والتنبؤ:

من الممكن أن تكون قد لاحظت أن بعض السفن مصنوعة من الخشب، وأنت تعلم أن الخشب يطفو. لكنك رأيت أيضًا سفنًا مصنوعة من الصلب، ولاحظت أن معظم الأغراض المصنوعة من الصلب تغرق. إذن، ما الذى يجعل السفينة تطفو؟ ولأنك لاحظت أن جميع السفن تتمتع بشكل مماثل، فإنك تتنبأ بأن شكل السفينة يجعلها تطفو.

2 + 3 وضع خطة البحث، والحصول ،والتسجيل، وتقديم الأدلة:

اتخذ قرارًا باختيار مادة واختبر أشكالًا عديدة مختلفة. املأ وعاءًا بالماء وأسقط فى الماء كتلة من صلصال التشكيل. هل تغرق؟ جرب تشكيل الصلصال بطرق مختلفة لترى إن كانت سوف تطفو. كرر المحاولة لكى تكون متأكدًا. سجل نتائجك عن كل شكل. دون نتائجك واعرضها فى لوحة.

تستطيع حتى السفن المعدنية الضخمة الطفو. كيف يكون هذا ممكنًا؟





جرب شكل سفينة، وكرة، وأشكال أخرى.

4 تحليل الأدلة، واستخلاص النتائج:

تكتشف أن الصلصال الذى صنعت منه شكل السفينة يطفو، وهذا هو الحال أيضًا مع شكل الوعاء، وجميع الأشكال والكتل الأخرى تغرق. تستنتج بناء على نتائجك أن شكل السفينة هو الذى يجعلها تطفو.

5 تقييم عملية البحث:

لقد أجبت على سؤال لكنك تقرر القيام بالمزيد من البحث حول التعويم، والتعويم يعنى القابلية للطفو.

لقد لاحظت أنه يبدو أن الناس يكونون أخف فى الماء. وتعتمد القابلية للطفو على مدى **كثافة الغرض**. لو كان هناك شيئان بنفس الحجم، فالشىء الذى يزن أكثر يكون أكثر كثافة، لو كان غرض أكثر كثافة من الماء فإنه يغرق. القطعة من الصلصال أثقل من كمية الماء الذى يشغل نفس الفراغ، لكن إذا شكلتها مثل سفينة، فإنها تصبح أخف. هذا لأن داخلية القارب أو السفينة مملوءة بالهواء. إنها نفس الكمية من الصلصال، لكنها تملأ فراغًا أكبر لأنها جوفاء (فارغة). وشكل القارب مع الهواء الموجود داخله يزنان أقل من نفس الحجم من الماء. ولهذا يطفو الجسم الذى على شكل سفينة ، حتى لو كان مصنوعًا من الصلب.

عمليات بحث أخرى : Other investigations

لقد تعلمت إلى الآن ما يكفى حول البحث العلمى لكى تقوم بتصميم عمليات البحث الخاصة بك. ماهو الشىء الآخر الذى تستطيع البحث عنه؟

1 طرح الأسئلة والتنبؤ:

بعض الناس يستخدمون يدهم اليمنى وبعضهم يستخدم اليد اليسرى. وأنت تسأل إن كانت قطتك يمينية أم يسارية الكف. من شأنك البدء فى بحثك العلمى بمراقبة القطط والقراءة عنها. أنت تعلم أن معظم الناس يمينيون، وتتنبأ بأن معظم القطط سوف تكون كذلك. تلك هى فرضيتك.

2 + 3 وضع خطة عملية البحث، والحصول، والتسجيل، وتقديم الأدلة:

اتخذت قرارًا لترى أى كف يستخدمه القط لضرب دمية. ماهو عدد القطط الذى يجب عليك اختبارها؟ هل عليك اختبار كل قط أكثر من مرة؟ ماهى المتغيرات التى تحتاج للتحكم فيها؟ سجل المعلومات وأنت تعمل.

4 + 5

تحليل الأدلة، واستخلاص النتائج، وتقييم عملية البحث:

هل أظهرت النتائج نمطًا؟ هل ثبت أن فرضيتك صحيحة؟ حتى لو لم تكن صحيحة، فرغم ذلك لقد تعلمت شيئًا بشكل علمى. وقد يقودك ذلك إلى القيام بالمزيد من البحث أو عمليات البحث.





1 طرح الأسئلة والتنبؤ:

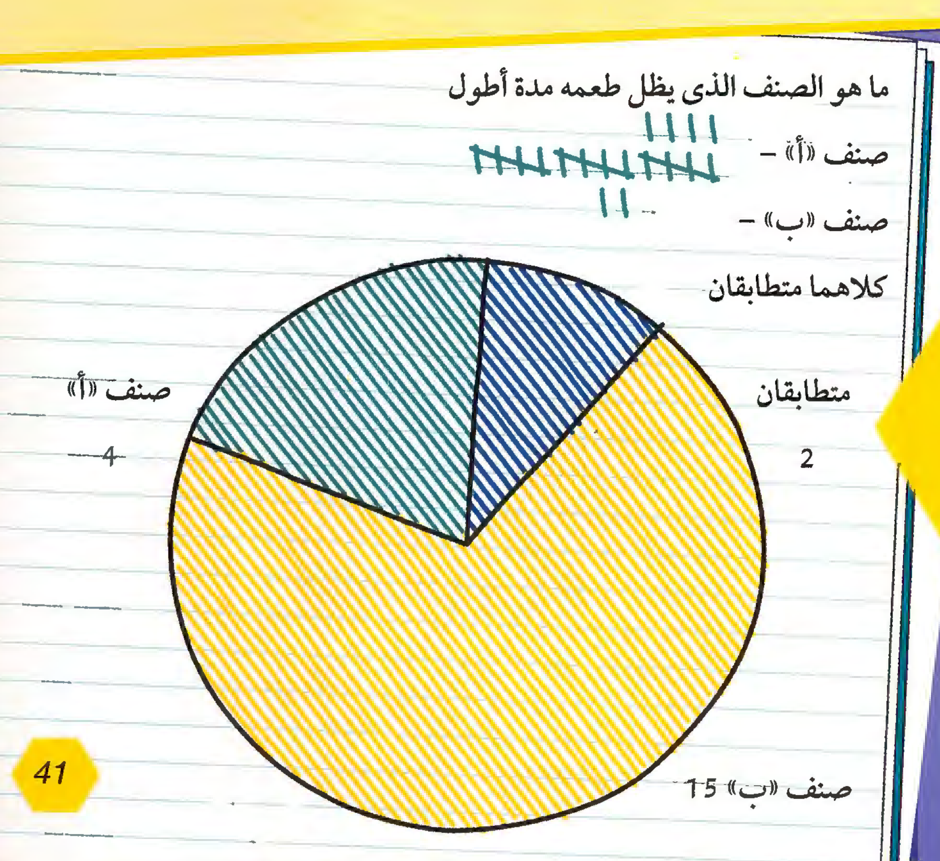
ماهو طعم اللبان الذى يظل مدة أطول؟ تدعى بعض الأصناف أن طعمها يظل مدة أطول. هل تستطيع البحث والاكتشاف؟ أسس فرضيتك على الإعلان. قد تختار الصنف «أ» لأن إعلاناته تدعى أن له طعمًا يظل لمدة أطول.

2 + 3 وضع خطة البحث، والحصول، والتسجيل، وتقديم الأدلة:

تقرر اختبار نوعين من اللبان. صنف «أ» وصنف «ب». سوف تحتاج لأناس يستطيعون حساب الوقت لبعضهم الآخر. كيف تقرر وقت زوال الطعم؟ هل يجب على نفس الأشخاص اختبار كلا النوعين من اللبان؟ هل يجب على المختبرين معرفة أى نوع من اللبان يمضغونه؟ اعرض النتائج على لوحة.

4 + 5 تحليل الأدلة، واستخلاص النتائج، وتقييم عملية البحث:

ما هو الصنف الذى ظل طعمه لمدة أطول؟ هل تؤيد النتائج فرضيتك؟ هل هناك أى شيء تستطيع تغييره لجعل الاختبار المحدد أفضل؟



قم بتصميم تجاربك الخاصة. ماهى الأسئلة التى تريد إجابة لها؟

التقدم إلى الأمام Moving forward

العلم طريقة لمعرفة مايدور فى العالم. والبحث العلمى طريقة للعثور على إجابات الأسئلة. من شأنك الآن بعد أن قرأت هذا الكتاب، أن يكون لديك فهمًا جيدًا جدًا عن البحث العلمى وأن تكون قادرًا على استخدامه.

يمكنك أن تقرأ كتبًا لمعرفة كل شيء عن الحيوانات، والنجوم، والصخور، وأى شيء آخر يقودك إليه حب استطلاعك. ما الذى تراه مشوقاً؟ كان أحد خبراء البحث والتنقيب يحب العثور على الأحافير (الحفريات) ومعرفة مايدور حول الديناصورات عندما كان صغيرًا، ولم يتخل على الإطلاق عن ذلك. وهو يقوم الآن بتخصيص حياته لاستخراج عظام الديناصورات.

المهن العلمية: Science careers

هناك العديد من الفروع العلمية التى تستطيع معرفة المزيد عنها. وهناك العديد من الوظائف المختلفة فى جميع تلك الفروع، والبحث العلمى مفيد فى جميعها. والكثير من المهن الآخرى ليست فى مجال العلم، لكنها تستخدم الطريقة العلمية.

هل أنت مهتم بالنجوم والكواكب؟ مازال هناك الكثير للتعلم فى مجال علم الفلك. هل تعلم أن هناك مذنبات جديدة لايزال يتم اكتشافها؟ ورواد الفضاء علماء أيضًا.



إلى أين سوف يقودك فضولك؟!



هناك الكثير من الأنواع المختلفة من العلماء. إنك تستطيع أن تصبح واحدًا منهم.

قد تكون مهتمًا بالبراكين والزلازل. تتم معرفة أشياء جديدة عن الكوكب الموجود تحت أقدامنا كل عام. وتحدث الكثير من الأشياء المثيرة فى علم النبات والحيوان. ويقوم الباحثون باستنباط نباتات جديدة لإطعام سكان العالم الجوعى. وهناك الكثير من المهن فى الطب.

العلم فى الحياة اليومية: Science in everday life

تستطيع أيضًا استخدام البحث العلمى فى حياتك اليومية. إنها لطريقة مدهشة لحل المشاكل ومعرفة ما يدور فى العالم. دع فضولك يكون دليلك. تلك كيفية أن تصبح عالمًا.

ملحوظة مهمة: Top TIP

تحتوى كل مكتبة على قسم للكتب العلمية. ابحث فى الجزء المخصص للكتب غير الخيالية من المكتبة. واسأل المسئول عن المكتبة أين يمكن العثور على الكتب العلمية؟

استخدام الرسوم البيانية فى حل المسائل العلمية
Scientific enquiry flowchart

- **طرح الأسئلة والتنبؤ:** Ask questions and predict

انتق موضوعًا واجر بعض البحث. فكر فى سؤال تستطيع إجابته عن طريق التجارب. الفرضية عبارة عن تصريح تستطيع اختباره. سوف يحدث ما تتنبأ به.

- **وضع خطة عملية البحث:** Plan An Investigation

أى من المُتَغيريْن سوف يصبح مركز بحثك؟ خطط كيف تقوم بتغير واحد منهما، وقياس وتسجيل كيف يؤثر ذلك على الآخر. يجب المحافظة على المتغيرات الأخرى كما هى.

- **الحصول، والتسجيل، وتقديم الأدلة:** Obtain, record, and present evidence

قم بعملية البحث ولاحظ بدقة. خذ ودون القياسات المضبوطة . تحكم فى المتغيرات الأخرى فى الاختبار المقنن. اختبر الأشياء أكثر من مرة. انتقِ طريقة لتقديم نتائجك بشكل واضح.

- **تحليل الأدلة واستخلاص النتائج:**

Analyse the evidence and draw conclusions

ما الذى تظهره البيانات؟ هل هناك أى أنماط أو نتائج غريبة؟ هل كانت تنبؤاتك صحيحة؟

- **تقييم البحث:** Evaluate the investigation

التقييم هو حيث تقرر جودة مسار عملية البحث وحتى لو ثبت أن فرضيتك خاطئة، فإنك قد تعلمت شيئًا.

هل من شأن طريقة مختلفة أن تعمل بشكل أفضل؟

هل جعلتك الأدلة تطرح المزيد من الأسئلة؟

إذا كان الأمر كذلك، تستطيع أن تبدأ عملية بحث جديد.

الخط الزمنى للاكتشافات
Timeline of discovery

* **2500 إلى 500 ق.م.**: يبدأ علم الفلك فى الصين والشرق الأوسط.

* **500 ق.م. إلى 500م.**: يطرح الإغريق القدامى أسئلة، ويظنون أن أشياء حدثت نتيجة لأسباب طبيعية وليس الآلهة، فهم يفصلون العلم عن الخرافة.

* **500 إلى 1500م.** الشعوب العرب فى الشرق الأوسط يحفظون علم الإغريق القدامى. وتحدث العصور المظلمة فى أوروبا ولا يتم الكثير من التقدم فى ذلك الوقت.

* **1500 إلى 1700** عصر النهضة (إعادة الولادة) للمعرفة فى أوروبا وتستمر الثورة العلمية. تنشر آلة الطباعة المعرفة. يستخدم «جاليليو» البحث العلمى الحديث فى أواخر القرن السادس عشر وأوائل السابع عشر. يقوم «جاليليو» بتجارب البندول فى ثمانينيات القرن السادس عشر. يتم اختراع التليسكوب والميكروسكوب. يستخدم «نيوتن» الرياضيات لشرح كيفية تحرك الأشياء فى الفضاء وعلى الأرض. يكتشف» فان ليفنهوك» كائنات حية دقيقة جدًا باستخدام مجهره.

* **1700 إلى 1800**: تجرى التجارب فى مناطق عديدة. ويقوم «لينيوس» بتأسيس نظام التقسيم لتبويب النباتات والحيوانات. يقوم « جينر» بتجربة لقاح الجدرى.

* **1800 إلى 1900**: يدرس «مندل» الوراثة فى النباتات. يستكمل «إديسون» اللمبة الضوئية الكهربائية عام 1879.

* **1900 إلى الآن**: يتحكم «والتر ريد» فى الحمى الصفراء فى عام 1901. يدرس الفلكيون الكون. تستكشف سفينة النظام الشمسى. يتقدم الاستنساخ. يخطو الطب خطوات هائلة. يتم استنباط التليفزيون والراديو والكائنات الآلية.

يدرس العلماء مصادر الطاقة النظيفة مثل الهيدروجين.

قائمة المصطلحات Glossary

* **مقاومة الهواء:** ضغط هواء يندفع ضد شيء.

* **علم الفلك:** دراسة الكواكب، والنجوم، والأقمار والأشياء الأخرى الموجودة فى الفضاء.

* **تقسيم:** تبويب الأشياء بكيفية تماثلها.

* **كثافة:** أثقل من غرض آخر له نفس الحجم.

* **متغير خاضع:** المتغير (مثل نمو النبات) الذى سوف يتأثر إذا غيرت المتغير غير الخاضع (الحر) (مثل كمية الماء).

* **تجربة:** اختبار دقيق لرؤية إن كانت الفرضية صحيحة.

* **منقرض:** أن يموت الجميع.

* **اختبار محدد:** تغير متغير واحد فى وقت من التجربة مع الاحتفاظ بكل شيء آخر على حاله.

* **يلقح:** عندما يقوم الذكر بجعل نبات أو حيوان أنثى قابلة لابتداع ذرية، أو بذور، أو ثمرة.

* **علم الموروثات (الجينات):** دراسة انتقال السمات من الآباء إلى الأجيال القادمة.

* **رسم بيانى:** الرسم الذى يظهر العلاقة بين الأرقام.

* **فرضية (جمعها فرضيات)** الإجابة على سؤال التى من الممكن اختبارها عن طريق إجراء تجربة.

* **متغير حر:** المتغير الذى سوف تغيره (مثل كمية المياه) حتى يمكنك الكشف عن التأثير الذى يحدثه على المتغير الخاضع (مثل نمو النبات).

* **عملية البحث:** استخدام البحث العلمى لمعرفة شيء.

* **عدسة:** قطعة من مادة شفافة مقوسة من إحدى الجوانب أو كليهما لإحداث انحناء فى الضوء الذى يمر خلالها.

* **كتلة:** قياس لكمية المادة الموجودة فى غرض ما.

* **قياس:** تحديد حجم أو كمية شيء ما عن طريق مقارنته بشيء آخر.

* **ميكروسكوب (مجهر)** الأداة التى تجعل الأشياء الدقيقة جدًا تبدو أكبر، عادة عن طريق استخدام عدسات.

* **ملاحظة**: التعرف باستخدام حواسك وخاصة عن طريق الرؤية.
* **بندول**: ثقل معلق يستطيع التأرجح بحرية إلى الأمام وإلى الخلف.
* **لقاح**: الجزء الذكرى من النبات الذى يلقح الجزء الأنثوى.
* **تلوث** : كيماويات أو فضلات مضرة موجودة فى المياه أو الجو.
* **بحث علمى**: طريقة علمية لكشف الأشياء، يقوم عادة باتباع هذه الخطوات: طرح أسئلة وتنبؤ، وضع خطة لعملية البحث، الحصول والتسجيل وتقديم الأدلة، تحليل الأدلة واستخلاص النتائج، تقييم عملية البحث.
* **راكد**: لا يتدفق ، فاسد نتيجة لعدم الحركة.
* **تيليسكوب (مقراب)**: الأداة التى تجعل الأشياء البعيدة تبدو أقرب.
* **نظرية** : الشرح لكيف أو لماذا يحدث شىء ما، اعتمادًا على دراسة علمية.
* **سمة**: خاصية يحصل عليها نبات أو حيوان من والديه.
* **جامعة**: مدرسة للتعليم العالى.
* **طُعم**: حقنة أو شيء يُبلع يحتوى على جراثيم ميتة أو تم إضعافها للحماية ضد مرض.
* **متغير**: الشيء الذى يمكن تغييره فى تجربة.
* **فيروس**: كائن غاية فى الصغر يستطيع أن يسبب مرض.

Further reading أهم المراجع

قوى وحركة	*Forces and Motion, Peter Lafferty (Raintree, 2001)*
جاليليو	*Galileo, Paul Mason (Heinemann Library, 2001)*
المواد	*Materials, Chris Oxlade (Hodder Wayland, 2002)*
علم القوى	*The Science of Forces, Steve Parker (Heinemann Library, 2005).*

المحتويات Index

* مقاومة الهواء 15
* سلوك الحيوان 40
* نوع حيوانى منقرض 28
* أرستاركوس الساموسى 12
* أرسطو 12، 14، 31
* علم الفلك 12، 19، 22، 42، 45
* سير فرانسيس باكون 13
* روجر باكون 9
* تعويم 38-39
* مهن فى العلم 42-43
* لوحات ورسوم بيانية 4، 17
* أنظمة التقسيم 22
* استنساخ 27، 28
* نتائج مترابطة 9، 30، 44
* استنتاجات 9، 44
* اختبارات مفاجئة 28
* تحقيقات الجرائم 28
* عصور مظلمة 13، 45
* ثوماس إديسون 26، 45
* كهرباء 26، 28، 29
* طاقة متجددة 28، 29
* تقييم التجارب 4-5، 6-7، 9، 11، 12، 13، 14، 18، 23، 25، 26، 30، 44
- تصرف الحيوان 40
- بذر الطيور 34- 35
- التعويم 38- 39
- اختبارات محددة 7، 17، 22
- أغراض ساقطة 16-17
- طعم اللبان 41
- بندول 20-21
- نمو النبات 32- 33
- ردود الفعل 36- 37
* اختبارات محددة 7، 17، 22
* جاليليو جاليلى 14-15، 16، 17، 18، 19، 20، 45
* علم المورثات 24-25، 27، 28.
* إغريق 12، 13، 14، 45.
* تليسكوب هابل الفضائى 11
* فرضية 6، 8، 9، 15-18، 24، 25، 26، 30، 33-38، 44، 48.
* إدوارد جينر 22، 23، 45
* أنطون فان ليفنهوك 22، 45
* كارلوس لينيوس 22، 45
* كتلة 19
* قياسات 11، 30، 33
* جريجور مندل 24-25، 45
* ميكروسكوبات 10، 22
* بعوض 4، 5، 6، 7
* سير إيزاك نيوتن 22، 54
* ملاحظات 6، 9، 01-11، 21، 41، 32، 03، 44
* بندول 19، 20-21
* تنبؤ 6، 16، 20، 32، 34، 36، 38، 40، 41، 44
* بطليموس 12
* طرح أسئلة 6، 8، 9، 12، 26، 30، 32، 36، 40، 41، 42، 44.
* أقواس قزح 9
* حفظ سجلات 7، 11، 18، 30، 44
* والتر ريد 4-5، 6-7، 10، 45
* ردود الفعل 36- 37
* عصر النهضة 13، 45
* علم
- تعريف 8
- تاريخ 12-21، 45
* بحث علمى 9، 13، 14، 18، 22، 26، 27، 28، 29، 30-41، 42، 43، 44.
* جدرى 22- 23
* فضاء 11، 18، 19، 22، 45
* تليسكوبات 10، 11، 18، 19.
* ترمومترات 18.
* تطعيم 22، 23
* متغيرات 03
* اندرياس فيساليوس 7
* فيروسات 7
* حمى صفراء 4- 7